



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05009653 A**(43) Date of publication of application: **19.01.93**

(51) Int. Cl.

**C22C 38/00****C22C 38/50****F16B 35/00**(21) Application number: **03192693**(22) Date of filing: **08.07.91**(71) Applicant: **NKK CORP**(72) Inventor: **SHIRAGAMI TETSUO  
SANPEI TETSUYA**(54) **HIGH TENSION BOLT STEEL HAVING  
EXCELLENT DELAYED FRACTURE RESISTANCE**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To produce steel having high strength and excellent delayed fracture resistance.**CONSTITUTION:** This steel consists of, by weight, 0.25-0.45% C, 0.25-1.0% Si, 0.8-1.5% Mn, 20.005% P, 20.02% S, 0.5-1.5% Ni 0.3-1.0% Cr, 0.15-0.5% Mo, 0.01-0.1% Ti and/or Zr and the balance of Fe with inevitable impurities or further contains 0.05-0.2% V.**COPYRIGHT:** (C)1993,JPO&Japio

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 1 A	7217-4K		
	Z	7217-4K		
38/50				
F 1 6 B 35/00				

審査請求 未請求 請求項の数2(全 3 頁)

(21)出願番号 特願平3-192693

(22)出願日 平成3年(1991)7月8日

(71)出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72)発明者 白神 哲夫

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72)発明者 三瓶 哲也

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74)代理人 弁理士 吉原 省三 (外1名)

(54)【発明の名称】 耐遅れ破壊特性に優れた高張力ボルト用鋼

(57)【要約】

【目的】 130Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup>以上の高強度を有し、遅れ破壊特性の優れた鋼を得んとするものである。

【構成】 C:0.25~0.45wt%、Si:0.25~1.0wt%、Mn:0.8~1.5wt%、P:≦0.005wt%、S:≦0.02wt%、Ni:0.5~1.5wt%、Cr:0.3~1.0wt%、Mo:0.15~0.5wt%を含み、さらにTi、Zrの1種または2種を0.01~0.1wt%含有して残部がFeおよび不可避免的の不純物から成る鋼とする。又上記成分の他にV:0.05~0.2wt%を含有しても良い。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C:0.25~0.45wt%、Si:0.25~1.0wt%、Mn:0.8~1.5wt%、P:≦0.005wt%、S:≦0.02wt%、Ni:0.5~1.5wt%、Cr:0.3~1.0wt%、Mo:0.15~0.5wt%を含み、さらにTi、Zrの1種または2種を0.01~0.1wt%含有して残部がFeおよび不可避免的不純物から成る耐遅れ破壊特性に優れた高張力ボルト用鋼。

【請求項2】 C:0.25~0.45wt%、Si:0.25~1.0wt%、Mn:0.8~1.5wt%、P:≦0.005wt%、S:≦0.02wt%、Ni:0.5~1.5wt%、Cr:0.3~1.0wt%、Mo:0.15~0.5wt%、V:0.05~0.2wt%を含み、さらにTi、Zrの1種または2種を0.01~0.1wt%含有して残部がFeおよび不可避免的不純物から成る耐遅れ破壊特性に優れた高張力ボルト用鋼。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は130Kg/mm<sup>2</sup>以上の引張強さを有する耐遅れ破壊特性に優れた高張力ボルト用鋼に関する。

## 【0002】

【従来の技術】高張力ボルトは橋梁、建築物、自動車、機械などに多く使用されているが、引張強さが125Kg/mm<sup>2</sup>を超えると遅れ破壊を生じやすくなることから、JIS B1186やB1051ではそれぞれF10T級、12.9級が上限の強度に規定されている。

【0003】しかしながら、どの分野においても高強度化のニーズは強くこれに対応するには遅れ破壊特性の改善が不可欠である。

【0004】これに対し、特開平2-236223、特開昭62-86149などでは高強度で遅れ破壊特性に優れた鋼が提案されている。このうち特開平2-236223号では特定条件で板厚表面部のオーステナイト粒を伸長化させ直接焼入れし、焼入組織をマルテンサイト組織にすることによって両特性に優れた鋼を得るようにしている。又特開昭62-86149号では特定の成分の調整を行なって焼戻焼入れ温度を低温鋼に誘導することにより同じくこれらの特性に優れた鋼を得ている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】以上の2つの技術とも鋼成物にBを含有しており、B含有鋼には特に高強度化時の遅れ破壊特性に不安が残ることが指摘されている。

【0006】本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、Bを含有せずに130Kg/mm<sup>2</sup>以上の高強度を有し、遅れ破壊特性の優れたボルト用鋼を得ることを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、高強度鋼の遅れ破壊特性を向上させるべく鋭意研究し、130Kg/mm<sup>2</sup>以上の高強度を有し且つ遅れ破壊特性の優れたボルト用鋼を得るために、以下のような操業が有効であるこ

とを見出した。

(a) 低P、低S化による境界偏析の軽減及び清浄化。

(b) Ti及び/又はZr添加による細粒化。

(c) Ti及びZrのうち1種又は2種とNiとの複合添加。

これらの手段を合わせて実施することにより初期の目的を達成できる。

【0008】この発明における耐遅れ破壊特性の優れた高張力ボルト用鋼は、C:0.25~0.45wt%、Si:0.25~1.0wt%、Mn:0.8~1.5wt%、P:≦0.005wt%、S:≦0.02wt%、Ni:0.5~1.5wt%、Cr:0.3~1.0wt%、Mo:0.15~0.5wt%を含み、さらにTi、Zrの1種または2種を0.01~0.1wt%含有して残部がFeおよび不可避免的不純物から成ることを基本的特徴としている。

【0009】又第2発明の高張力ボルト用鋼では上記成分の他にV:0.05~0.2wt%を含んでいる。

【0010】以下に成分の限定理由を示す。

C:焼入性の増加、焼戻温度増加のため有効であり、0.25wt%未満では焼入性劣化、焼戻温度が低下するため、また0.45wt%を超えると靱性が劣化するので、C量は0.25~0.45wt%とする。

【0011】Si:脱酸剤として必要な元素であるとともに、遅れ破壊特性の向上に有効なため0.25wt%以上を必要とするが、1.0wt%を超えると靱性の劣化があるので、Si量は0.25~1.0wt%とする。

【0012】Mn:脱酸、焼入性の確保に必要な元素であるので0.8wt%以上を必要とするが、1.5wt%を超えると靱性、遅れ破壊特性を劣化させるので、Mn量は0.8~1.5wt%とする。

【0013】P:特に高強度鋼になるほど遅れ破壊特性への悪影響が大きいため、上限を0.005wt%とする。

【0014】S:MnSの形で介在物として存在し、遅れ破壊特性に悪影響を及ぼすため、上限を0.02wt%とする。

【0015】Ni:靱性を向上させ遅れ破壊特性も向上させる元素であるため、0.5wt%以上を必要とするが、1.5wt%を超えるとコストアップの要因となるので、0.5~1.5wt%とする。

【0016】Cr:焼入性の増加、焼戻温度の増加のため有効であり、0.3wt%未満ではその効果がなく、1.0wt%を超えると効果が飽和するので、0.3~1.0wt%とする。

【0017】Mo:焼入性の増加、焼戻温度の増加のため有効であり、0.15wt%未満ではその効果がなく、0.5wt%を超えるとその効果が飽和するので0.15~0.5wt%とする。

【0018】Ti(Zr):Nの固定、Sの固定により、さらにNiとの複合添加により遅れ破壊特性を向上させるため、0.01wt%以上必要であるが、0.1wt%を超えても効果が飽和するので、0.01~0.1wt%とする。

【0019】V:高強度化に必要な元素で、0.05wt%以上必要であるが、0.2wt%を超えても効果が飽和するので、0.05~0.2wt%とする。

【0020】

\*機械的性質、遅れ破壊試験結果を次表2に示す。

【実施例】以下本発明の実施例につき詳述する。

【0022】

【0021】本発明者等は下記表1に示す各組成の鋼を

【表1】

製造し、次に示す試験に供した。この時の熱処理条件、\*

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	Zr	V	
1	0.39	0.41	0.82	0.004	0.001	0.65	0.53	0.20	0.04	—	—	本発明鋼
2	0.35	0.72	0.90	0.002	0.001	0.90	0.62	0.31	0.05	0.03	—	〃
3	0.31	0.35	0.94	0.003	0.001	1.20	0.58	0.33	—	0.06	—	〃
4	0.40	0.34	0.86	0.002	0.001	0.72	0.77	0.26	0.05	—	0.10	〃
5	0.38	0.40	0.84	0.004	0.002	0.61	0.54	0.21	—	—	—	比較鋼
6	0.39	0.05	0.83	0.010	0.002	0.67	0.55	0.27	0.05	—	—	〃
7	0.41	0.45	0.91	0.004	0.001	0.74	0.51	0.23	0.06	—	B 0.0005	〃

【0023】

【表2】

	焼戻温度 (℃)	0.2%耐力 (kgf/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	K <sub>issc2</sub> (kgf/mm <sup>2</sup> )
1	450	128	137	17	130
2	500	132	140	18	150
3	530	135	142	18	140
4	510	133	141	17	150
5	460	127	135	18	90
6	490	128	136	16	70
7	530	131	140	18	90

【0024】同試験における熱処理条件、機械的性質、遅れ破壊試験結果を示す。熱処理は、25mm直径の丸棒を850℃に60分保持後油焼入れし、所定の温度に60分保持後、水冷し、焼戻しを行なった。そして引張試験片には、JIS4号試験片を用い、遅れ破壊用試験片は、10×15×150mmの角棒タイプで中心部に1.5mmのソーノッチを入れ、さらに1.5mmの疲労ノッチを入れたものを用いた。 ※

※又遅れ破壊試験はカンチレバークタイプの試験機を用い、3.5%食塩水中(20℃に保持)に試験片ノッチ部を浸漬して行なった。この試験結果の解析では次式数1で示される応力拡大係数K<sub>i</sub>を用いた。

【0025】

【数1】

$$K_i = \frac{6M\sqrt{a}}{bw^2} (1.99 - 2.47(a/w) + 12.97(a/w)^2 - 23.17(a/w)^3 + 24.8(a/w)^4)$$

ここで M: ノッチ部のモーメント

a: ノッチ深さ (3 mm)

b: 試験片厚さ (10 mm)

w: 試験片幅 (15 mm)

【0026】そして、500時間試験を行なっても割れの発生しないK<sub>i</sub>値をK<sub>issc</sub>として遅れ破壊特性の評価とした。

【0027】前記表2に示す試験結果から、本発明鋼(1~4)は130kgf/mm<sup>2</sup>以上の強度を有し、高い遅れ破壊特性を示すが、TiやZrの無添加の鋼(5)や低Si・高P鋼(6)のような比較鋼では遅れ破壊特性は劣るこ

とがわかる。またBを含有する比較鋼(7)も遅れ破壊特性が劣っていることが明らかとなった。

【0028】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、Bを含有しない130kgf/mm<sup>2</sup>以上の高強度ボルト用鋼であって且つ遅れ破壊特性に優れたものが得られることになる。